

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 1 区分

【発行日】平成23年12月22日 (2011.12.22)

【公表番号】特表2011-503785(P2011-503785A)

【公表日】平成23年1月27日 (2011.1.27)

【年通号数】公開・登録公報2011-004

【出願番号】特願2010-532194(P2010-532194)

【国際特許分類】

H 0 5 B 6/10 (2006.01)

C 0 1 B 33/02 (2006.01)

H 0 5 B 6/44 (2006.01)

H 0 5 B 6/04 (2006.01)

【F I】

H 0 5 B 6/10 3 3 1

C 0 1 B 33/02 Z

H 0 5 B 6/44

H 0 5 B 6/04 3 1 1

【手続補正書】

【提出日】平成23年10月28日 (2011.10.28)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも部分的にサセプタを含む容器内の材料を、該容器の異なるセクションを包囲する少なくとも 2 つの誘導コイルに交流を供給して加熱及び溶融する方法であって、

容器内に固形状材料の充填物を配置すること、

その全てにおける出力電圧が位相同期下に運転される別個の各電源から、少なくとも 2 つの各誘導コイルに交流を供給すること、

位相同期下に運転される別個の各電源の出力電圧を個別にパルス幅制御することにより、少なくとも 2 つの各誘導コイルへの給電量を変化させて前記固形状材料を加熱及び溶融すること、

を含む方法。

【請求項 2】

実質的に全ての材料が溶融状化した場合に材料を電磁的に攪拌する位相シフトを少なくとも 2 つの別個の各電源の出力電圧間に確立すること、を更に含む請求項 1 の方法。

【請求項 3】

別個の各電源の出力周波数を、容器内の材料の充填物が実質的に固形状である場合のサセプタ誘導加熱周波数から、容器内の材料の充填物が実質的に非固形状である場合の溶融状材料誘導加熱周波数に変化させること、を更に含む請求項 1 または 2 の方法。

【請求項 4】

少なくとも部分的にサセプタを含む容器内の移行性材料を、該容器の異なるセクションを包囲する少なくとも 2 つの誘導コイルに交流を供給して加熱及び溶融する方法であって、

容器内に移行性材料の充填物を配置すること、

その全てにおける出力電圧が位相同期化に運転される別個の各電源から、少なくとも 2

つの各誘導コイルに固定周波数出力の交流を供給すること、

位相同期下に運転される別個の各電源の出力電圧を個別にパルス幅制御することにより、少なくとも2つの各誘導コイルへの給電量を変化させて前記移行性材料を非導電性の固形状から導電性の溶融状に移行させること、

を含む方法。

【請求項5】

位相同期下に運転される別個の各電源の出力電圧を個別にパルス幅制御することが、容器の上部付近に位置付けた少なくとも2つの誘導コイルと、容器の底部付近に位置付けた少なくとも2つの誘導コイルとに対する合計給電量の比率を初期において2:1とし、移行性材料が非導電性の固形状から導電性の溶融状に移行するに従い、該2:1の合計給電量の比率を低減させることを更に含む請求項4の方法。

【請求項6】

位相同期下に運転される別個の各電源の出力電圧を個別にパルス幅制御することが、容器内の全ての移行性材料が導電性の溶融状である場合に、少なくとも2つの各誘導コイルに同比率下に合計電力を供給することを更に含む請求項4または5の方法。

【請求項7】

少なくとも部分的にサセプタを含む容器内の移行性材料を、該容器の異なるセクションを包囲する少なくとも2つの各誘導コイルに交流を供給して加熱及び溶融する方法であって、

容器内に移行性材料の充填物を配置すること、

その全てが位相同期下に運転される別個の各電源から、少なくとも2つの各誘導コイルに、サセプタ内に基準深さで少なくとも1回貫入するよう選択したサセプタ誘導加熱周波数において交流出力電圧を供給すること、

位相同期下に運転される別個の各電源の出力電圧を個別にパルス幅制御することにより、少なくとも2つの各誘導コイルへの給電量を変化させること、

別個の各電源からの交流の出力周波数を、容器内の溶融状の移行性材料内に基準深さで少なくとも1回貫入させるよう選択した溶融移行性材料誘導加熱周波数に変化させること、

容器内の移行性材料が非導電性の固形状から導電性の溶融状に移行するに従い、容器内の移行性材料を電磁的に攪拌させるべく、別個の少なくとも2つの各電源の出力電圧間に位相シフトを確立すること、

を含む方法。

【請求項8】

少なくとも2つの各誘導コイルへの給電量を変化させることが、容器の上部付近に位置付けた少なくとも2つの誘導コイルと、容器の底部付近に位置付けた少なくとも2つの誘導コイルとに対する合計給電量の比率を初期において少なくとも2対1とし、移行性材料が非導電性の固形状から導電性の溶融状に移行するに従い、該2:1の合計給電量の比率を低減させることを更に含む請求項7の方法。

【請求項9】

別個の各電源からの交流の出力周波数を、容器内の溶融状の移行性材料内に基準深さで少なくとも1回貫入させるよう選択した溶融移行性材料誘導加熱周波数に変化させることが、容器内の移行性材料が実質的に導電性の溶融状である場合に、少なくとも2つの各誘導コイルに等比率下に合計電力を供給することを更に含む請求項7または8の方法。

【請求項10】

少なくとも2つの別個の各電源からの交流出力電力の周波数を、溶融状移行性材料を保有し攪拌する周波数に同時に低減させ、少なくとも2つの別個の電源の出力電圧間に、移行性材料を保有し攪拌する位相シフトを確立し、容器内の移行性材料の全てが導電性の溶融状態となった後、少なくとも2つの各誘導コイルへの出力電力を、移行性材料を保有し攪拌する電力に低下させること、を更に含み、前記移行性材料を保有し攪拌する周波数、位相シフト、電力量、の組み合わせが、前記容器内の導電性の溶融状態の全ての移行性材

料を保有する温度に維持するべく選択される請求項 7、8、9 の何れかの方法。

【請求項 1 1】

少なくとも部分的にサセプタを含む容器内のシリコンを、少なくとも 2 つの誘導コイルに交流を供給することにより加熱、溶融、及び一方向凝固させる方法であって、

冶金等級のシリコン材料の充填物を容器内に配置すること、

別個の電源から少なくとも 2 つの各誘導コイルに、サセプタの容器壁内に基準深さで少なくとも 1 回貫入するよう選択したサセプタ誘導加熱周波数において交流出力電力を供給すること、

別個の各電源の出力電圧を個別にパルス幅制御することにより、容器の上部付近に位置付けた少なくとも 2 つの誘導コイルと、容器の底部付近に位置付けた少なくとも 2 つの誘導コイルとに対する合計給電量の比率を初期において 2 : 1 とし、前記冶金等級のシリコン材料が非導電性の固形状シリコンから導電性の溶融状シリコンに移行するに従い、当該 2 : 1 の比率を低減させるように変化させること、

別個の各電源からの交流出力電力の周波数を、容器内の溶融状シリコンに基準深さで少なくとも 1 回貫入するよう選択した導電性の溶融状シリコン誘導加熱周波数に変化させること、

容器内の冶金等級のシリコン材料が非導電性の固形状シリコンから導電性の溶融状シリコンに移行するに従い、少なくとも 2 つの別個の各電源の出力電圧間に、冶金等級のシリコン材料を電磁的に攪拌させる位相シフトを確立すること、

を含む方法。

【請求項 1 2】

少なくとも 2 つの各誘導コイルへの給電量を、少なくとも 2 つの最下部の誘導コイルから少なくとも 2 つの最上部の誘導コイルに掛けてシーケンス的に 0 に低減させ、他方、別個の少なくとも 2 つの各電源の出力電圧間の位相シフトをシーケンス的に 0 に低減させ、かくして導電性の溶融状のシリコンを容器の底部から容器の上部へと一方向凝固させること、を更に含む請求項 1 1 の方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 5】

本発明の 1 様相によれば、内部に材料を配置したサセプタ容器を包囲する 2 つ以上の各誘導コイルに別個の電源から電力を提供し、サセプタ容器内の材料を誘導加熱する装置及び方法が提供される。

本発明の他の様相によれば、サセプタ容器を包囲する 2 つ以上の各誘導コイルに電源から電力を提供し、実質的に非導電性の固形状態から導電性の溶融状態に移行する移行性材料を誘導加熱する装置及び方法が提供される。各誘導コイルは別個の交流 (AC) 電源から給電される。電源から 2 つ以上の各誘導コイルに供給される電圧出力は位相同期される。各電源からの出力は、2 つ以上の各誘導コイルが包囲するサセプタ容器帯域への給熱の必要に応じて個別に調節される。随意的には、容器内の全移行性材料が溶融した後、電源の出力電圧を位相シフト調節してサセプタ容器内の溶融材料を一方向攪拌させ得る。本発明のある実施例では、全電力の出力周波数がサセプタ容器誘導加熱用の周波数から溶融材料誘導加熱用の周波数に移行される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 8】

図 1 には本発明の非限定的な 1 実施例が示され、サセプタ容器 12 (点線で示す)の外側が、該サセプタ容器の高さ方向に沿った異なる帯域またはセクションに配置した少なくとも 2 つの誘導コイルで包囲されている。本実施例では、前記少なくとも 2 つの誘導コイルは少なくとも下方誘導コイル 14a 及び上方誘導コイル 14b に指定されている。出力 V_{out} の別個の電源 16a 及び 16b が図 1 に示す如く少なくとも 2 つの誘導コイルの各一方に接続される。各電源に好適な非限定例は図 2 の電源 16 である。電源 16 は商用電力を直流 (DC) 電源に変換する AC - DC 変換セクション 30 と、直流電流及びまたは直流電圧をフィルタリングするフィルタセクション 32 と、直流電力から交流電力を合成するインバータセクション 34 と、を含む。当該非限定例では AC - DC 変換セクションは、全波整流器 31 と、限流リアクトル L_{CLR} 及び電圧平滑化キャパシタ C_{FIL} を含むフィルタセクションと、半導体スイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 を Hブリッジ形態に配置し、アンチパラレルダイオード D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 で AC 出力電圧 $V_{出力}$ を生成するインバータセクションと、を含む。各スイッチは、例えば図 2 に示す如き絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT) を含む任意形式の回路切り替え装置であり得る。商用電力は代表的には 50 または 60 ヘルツであり、本実施例では図 2 に A、B、C で示す三相電源として例示される。図 2 には示さないが、インバータセクションの出力と、接続した誘導コイルとの間に同調またはインピーダンス整合用のキャパシタを設け得る。やはり図示しないが、インバータセクションの出力と、接続した誘導コイルとの間に負荷整合目的の変圧器を設け得る。